

半干旱区抗旱丰产玉米品种的评价及筛选

闫伟平, 边少锋*, 张丽华, 谭国波, 赵洪祥, 李海, 方向前, 孟祥盟, 孙宁
(吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:以15个玉米品种为试验材料,在吉林省半干旱区开展抗旱丰产玉米品种的综合评价及筛选。试验运用玉米产量抗旱指数为主要筛选指标,结合雌雄开花间隔天数(ASI)、植株生长性状、果穗性状和产量性状指标,对参试玉米品种进行综合评价。结果显示,强抗旱品种郑单1002和吉单50,中等抗旱品种先玉335、农华101、中种8号和登海605,干旱胁迫的产量较高,并且ASI等指标好于其他玉米品种,较适合在半干旱区种植。

关键词:玉米;干旱胁迫;抗旱指数;产量

中图分类号:S513.01

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2017)03-0001-05

Evaluation and Selection of Drought Resistant and High Yield Maize Varieties in Semiarid Area

YAN Weiping, BIAN Shaofeng*, ZHANG Lihua, TAN Guobo, ZHAO Hongxiang, LI Hai, FANG Xiangqian, MENG Xiangmeng, SUN Ning

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract:In this article, 15 maize varieties grown in the semiarid area of Jilin Province were comprehensively evaluated and screened for high yield maize varieties with drought resistance. Using corn yield drought tolerance index as the main screening indicators, integrated ASI, plant growth, ear characters and grain yield traits, maize varieties tested were comprehensively evaluated. Results showed that strong drought resistant varieties ‘Zhengdan 1002’, ‘Jidan 50’ and medium drought resistant varieties ‘Xianyu 335’, ‘Nonghua 101’, ‘Zhongzhong 8’ and ‘Denghai 605’ had high yield under drought stress, and their ASI and other indicators were also better than other maize varieties, so they were suitable for cultivation in semi-arid region.

Key words:Maize; Water stress; Drought resistance index; Yield

随着全球气候变暖和极端性气候日益频发,干旱和水资源短缺已成为制约农业发展的重要因素^[1-4]。吉林省作为我国重要的商品粮生产基地,2000年以来旱情日益加剧,受旱面积大幅增加,受灾区域由西部半干旱地区急剧向中部延伸。在严峻的生产形势下,农业科研人员围绕抗旱减灾开展了大量研究,建立了系统的抗旱品种评价体系,提出了科学的抗旱评价指标和抗旱鉴定指

标,使抗旱品种的筛选更有现实意义^[5-12]。本试验以科学的玉米品种抗旱鉴定指标为基础,在吉林省西部半干旱区开展抗旱丰产玉米品种的筛选,为该区域抗旱丰产玉米品种的选择与应用提供参考和指导。

1 材料与方 法

1.1 试验地区概况

田间筛选试验在吉林省农科院洮南综合试验站的万福试验点进行(北纬45.19°,东经122.40°,海拔156.8 m)。当地2015年全年日照时数2896.1 h、年均太阳辐射532.2 J·cm⁻²。该地区土壤类型属于淡黑钙土,0~20 cm土壤中全氮0.85 g·kg⁻¹、全磷0.50 g·kg⁻¹、全钾23.89 g·kg⁻¹、水解性氮69.47 mg·kg⁻¹、有效磷23.55 mg·kg⁻¹、速效钾120.09 mg·kg⁻¹、有机质12.43 g·kg⁻¹、pH值8.08。

试验地区2015年4~10月间降水424.2 mm,

收稿日期:2017-02-14

基金项目:国家玉米产业体系(CARS-02-38);吉林省科技发展计划(LFGC14308、LFGC14328);公益性行业(农业)科研专项(201303125-2);吉林省科技攻关计划(2015GJLS06NY、20160203002NY)

作者简介:闫伟平(1982-),男,助理研究员,硕士,主要从事玉米耕作栽培方面的研究。

通讯作者:边少锋,男,博士,研究员,E-mail: bsf8257888@sina.com

5、6、8、9月共降水 357.9 mm, 四月份份降水量约为全年总降水的 75%。8月份降水 142.2 mm 为全年最高, 4、7、10月降水分别为 13.8 mm、36.1 mm、16.4 mm。7月份是玉米生长的关键阶段, 此时降水匮乏严重影响玉米植株生长和收获产量。

1.2 试验设计

试验选用 15 个玉米品种(见表 1)进行小区种植。试验设干旱胁迫和正常灌溉(对照)2 个处

理, 参试玉米品种按顺序进行裂区的布置。当地 7 月中旬至 8 月上旬, 出现大范围的干旱性气候, 对照处理在 7 月 21 日、8 月 2 日补水灌溉 2 次, 干旱胁迫处理未进行补水灌溉。2 个处理分别设 3 次重复, 每小区 8 行, 行距 0.65 m, 行长 6 m, 小区面积 31.2 m², 种植密度 67 000 株·hm⁻²。每公顷试验地播前施底肥 N 55 kg、P₂O₅ 82 kg、K₂O 86 kg, 大口期追施 N 105 kg、P₂O₅ 25 kg、K₂O 27 kg。

表 1 参试玉米品种

序号	品种	序号	品种	序号	品种
1	先玉 335	6	中种 8 号	11	利民 33
2	农华 101	7	郑单 958	12	伟科 702
3	吉祥 1 号	8	晋单 81	13	辽单 588
4	郑单 1002	9	吉单 50	14	登海 605
5	陕单 609	10	陕单 618	15	拢单 10

1.3 调查项目

1.3.1 生育期调查

记录抽雄期、吐丝期、散粉期的时间。计算雌雄开花间隔天数(ASI)指标。

1.3.2 出苗率调查

播种时记录播种穴数、播种粒数, 苗期调查出苗株数和穴数, 计算出苗率。

出苗率(%)=[(每穴出苗数×出苗穴数)÷(种植穴数×每穴播种粒数量)]×100%

1.3.3 生长状况调查

玉米品种达到吐丝期后, 调查各玉米品种干旱胁迫和对照的株高、穗位高以及穗位叶叶绿素含量(SPAD 值)。

1.3.4 产量性状调查

收获时调查各区的株数和果穗数, 计算空秆率、双穗率、出子率和产量(含水量 14%)。

1.3.5 果穗性状调查

测产结束后, 每区选取 10 穗均匀果穗进行调查, 测量果穗长、秃尖长、穗行数、行粒数、子粒含水率和百粒重。

1.4 数据处理与分析方法

所测数据采用 Microsoft Excel 2013 进行统一汇总及处理。产量抗旱系数(Drought Coefficient, DC)计算公式: DC=水分胁迫产量÷对照产量; 产量抗旱指数(Drought Resistance Index, DI)计算公式: DI=(DC×水分胁迫产量)÷所有玉米品种水分胁迫产量的平均数。

参照玉米全生育期抗旱性评价标准, 对 15 个

玉米品种进行抗旱性鉴定。抗旱指数按 5 级划分标准, ≥1.20 为极强(HR); 1.01 ~ 1.19 为强(R); 0.81 ~ 1.00 为中等(MR); 0.60 ~ 0.80 为弱(S); ≤0.60 为极弱(HS)^[1,4,6]。

2 结果与分析

2.1 玉米品种植株生长的分析

玉米苗期结合间苗对参试的玉米品种进行出苗率的调查。相同玉米品种干旱胁迫和对照处理的出苗率相近, 不同玉米品种间的出苗率有一定差异。

吐丝期后, 测量株高、穗位高和穗位叶叶绿素含量(表 2)。由表 2 可知, 干旱胁迫的各玉米品种株高和穗位高均有不同程度的降低, 不同玉米品种的 SPAD 值变化不一。株高降低小于 6% 的玉米品种有: 吉祥 1 号、辽单 588、拢单 10、先玉 335 和农华 101, 分别降低 1.4%、2.7%、3.1%、5.8% 和 5.9%。穗位高降低小于 10% 的玉米品种有: 先玉 335、陕单 609、拢单 10 和吉祥 1 号, 分别降低 1.8%、3.4%、7.3% 和 9.4%。

2.2 玉米品种果穗性状的分析

干旱胁迫下各玉米品种的果穗长度缩短, 秃尖发生比例增加, 果穗行数和行粒数减少比例增加(见表 3)。表 3 中, 干旱胁迫的果穗长度缩短低于 10% 的玉米品种有: 吉祥 1 号、郑单 1002、陕单 609、中种 8 号和陕单 618, 分别缩短: 2.9%、6.3%、6.7%、8.8% 和 9.4%。干旱胁迫的果穗秃尖发生比例比对照高 26.7%, 果穗行数比对照减少 5.6%。

表2 玉米品种的植株生长状况及出苗率

序号	品种	对照处理				干旱胁迫			
		出苗率 (%)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	叶绿素含量 (SPAD)	出苗率 (%)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	叶绿素含量 (SPAD)
1	先玉 335	96.2	247.7	88.3	52.2	97.1	233.3	86.7	53.0
2	农华 101	100	281.7	103.3	61.3	96.3	265.0	81.7	60.6
3	吉祥 1号	89.6	243.3	106.7	61.4	91.4	240.0	96.7	52.8
4	郑单 1002	100	243.3	90.0	61.3	100	193.3	78.3	52.5
5	陕单 609	100	250.0	98.3	57.6	100	228.3	95.0	61.1
6	中种 8号	93.8	251.7	98.3	53.2	96.4	231.7	86.7	56.0
7	郑单 958	96.2	248.3	96.7	54.5	95.2	228.3	78.3	55.9
8	晋单 81	84.6	298.3	123.3	56.4	88.8	273.3	100.0	59.8
9	吉单 50	81.6	235.0	110.0	56.1	80.3	208.3	96.7	57.7
10	陕单 618	100	281.7	116.7	58.1	96.5	263.3	100	60.5
11	利民 33	84.4	260.0	98.3	59.5	80.3	230.0	85.0	55.1
12	伟科 702	92.3	231.7	100.0	58.4	96.2	191.7	73.3	55.3
13	辽单 588	88.0	250.0	93.3	61.1	83.8	243.3	93.3	57.9
14	登海 605	95.1	241.7	93.3	58.5	96.1	215.0	76.7	53.9
15	拢单 10	100	270.0	113.3	57.4	100	261.7	105.0	54.5

表3 玉米品种的果穗性状

序号	品种	对照处理				干旱胁迫			
		穗长 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数	行粒数	穗长 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数	行粒数
1	先玉 335	17.3	0.5	16	33	15.3	0.5	16	33
2	农华 101	17.3	0	18	32	15.5	0.5	16	29
3	吉祥 1号	17.0	0	16	33	16.5	1.0	16	32
4	郑单 1002	16.0	0	16	29	15.0	0	16	31
5	陕单 609	15.0	1.0	18	34	14.0	0.5	16	31
6	中种 8号	17.0	0	18	32	15.5	0.5	16	30
7	郑单 958	18.6	0.5	16	32	15.5	0.5	16	32
8	晋单 81	18.0	0	18	34	13.5	0	16	31
9	吉单 50	17.0	0	16	30	15.0	0.5	16	29
10	陕单 618	16.0	0	18	33	14.5	0	16	27
11	利民 33	16.6	0	16	33	13.5	0	16	30
12	伟科 702	17.0	0.5	16	31	13.5	0.5	16	30
13	辽单 588	17.0	0.5	16	33	14.5	0.5	16	30
14	登海 605	17.0	1.0	18	31	15.0	1.0	16	28
15	拢单 10	16.5	0.8	16	33	14.0	0.5	14	32

2.3 玉米品种产量性状的分析

由表4可知,干旱胁迫的玉米植株空秆率升高,双穗率大幅降低,子粒含水率下降2%~12.2%,百粒重降低0.3%~11.8%。表中数据显示,干旱胁迫的玉米植株空秆率高于对照,空秆率升高较少的玉米品种有:先玉335、郑单1002、吉单50、伟科702、陕单618等,植株空秆率升高0~1.5%。干旱胁迫的玉米子粒含水率低于对照,子粒含水率下降小于5%的玉米品种有:郑单

958、辽单588和吉祥1号,分别下降:2.8%、2.7%和3.2%。干旱胁迫的百粒重下降小于5%的玉米品种为:晋单81、中种8号、登海605、陕单618、拢单10、陕单609、郑单958、吉单50和伟科702,分别下降:0.3%、0.9%、1.3%、1.9%、2.0%、3.0%、3.3%、3.7%和4.2%。

2.4 玉米品种抗旱性的分析

抗旱筛选试验的控水过程发生在抽雄期前,各玉米品种的ASI受到不同程度影响。其中,中

玉 335、晋单 81 干旱胁迫比对照的 ASI 延长 1 d, 中种 8 号、郑单 958、登海 605、拢单 10 干旱胁迫比对照的 ASI 延长 2 d, 农华 101、郑单 1002 干旱胁迫比对照的 ASI 延长 3 d。

根据调查结果, 得出了玉米品种的主要抗旱性指标(见表 5)。由表 5 可知, DC 较高的 6 个玉米品种为: 吉单 50、郑单 1002、登海 605、拢单 10、先玉 335 和伟科 702。DI 较高的 6 个玉米品种为:

郑单 1002、吉单 50、先玉 335、登海 605、伟科 702 和拢单 10。干旱胁迫的产量较高的 6 个玉米品种为: 郑单 1002、先玉 335、吉单 50、农华 101、中种 8 号和郑单 958。

按照抗旱指数 5 级划分标准^[16], 参试玉米品种郑单 1002、吉单 50 为强抗旱品种, 吉祥 1 号、陕单 618、辽单 588 为弱抗旱品种, 其他玉米品种为中抗旱品种。

表 4 玉米品种的产量性状

序号	品种	对照处理					干旱胁迫				
		空秆率 (%)	双穗率 (%)	子粒含水率 (%)	出子率 (%)	百粒重 (g)	空秆率 (%)	双穗率 (%)	子粒含水率 (%)	出子率 (%)	百粒重 (g)
1	先玉 335	0	6.6	16.6	83.1	32.0	0	1.4	15.5	84.1	30.1
2	农华 101	0.5	1.5	18.5	81.7	33.5	1.5	0	16.7	83	31.5
3	吉祥 1 号	0.8	2.3	22.1	82.0	32.7	3.0	0	21.4	84.3	30
4	郑单 1002	0	0.8	21.1	82.2	36.5	0	0.3	19.1	82.8	34.1
5	陕单 609	3.5	0.9	18.8	81.5	29.6	10.8	0	17.6	85.4	28.7
6	中种 8 号	0	0.8	17.3	86.5	31.6	1.5	0	16.4	85.3	31.3
7	郑单 958	0	5.2	21.2	82.4	33.4	3.7	0.7	20.6	82.9	32.3
8	晋单 81	1.8	0.8	18.0	86.6	30.2	2.8	0	16.1	85.6	30.1
9	吉单 50	2.3	0	22.1	82.6	35.5	2.3	0	19.8	80.3	34.2
10	陕单 618	3.2	0.8	18.1	84.9	25.9	3.7	0	17.1	83.2	25.4
11	利民 33	3.9	0	20.4	87.1	32.3	3.4	0	19.1	84.3	28.8
12	伟科 702	3.0	0	24.2	81.7	33.2	3.0	0	22.1	81.1	31.8
13	辽单 588	3.3	0	22.5	77.8	33.2	6.3	0	21.9	76.1	29.3
14	登海 605	3.1	0	20.0	82.6	30.9	4.3	0	18.7	81.7	30.5
15	拢单 10 号	9.4	0	19.7	76.4	35.1	12.0	0	17.3	77.1	34.4

表 5 玉米品种的抗旱性指标

序号	品种	比对照 ASI 延长天数	产量(kg/667 m ²)		DC	DI	位次	抗旱性
			对照处理	干旱胁迫				
1	先玉 335	1	817.6	718.8	0.88	0.98	3	MR
2	农华 101	3	812.3	675.8	0.83	0.88	9	MR
3	吉祥 1 号	4	791.8	590.6	0.75	0.69	14	S
4	郑单 1002	3	791.8	748.2	0.94	1.1	1	R
5	陕单 609	4	791.4	649.4	0.82	0.85	11	MR
6	中种 8 号	2	779.8	656.7	0.84	0.88	8	MR
7	郑单 958	2	778	656.3	0.84	0.88	7	MR
8	晋单 81	1	777.1	633.4	0.82	0.83	12	MR
9	吉单 50	4	738.3	699.6	0.95	1.07	2	R
10	陕单 618	4	735.9	557.9	0.76	0.7	13	S
11	利民 33	5	733.7	628.6	0.86	0.87	10	MR
12	伟科 702	4	731.6	641.6	0.88	0.92	5	MR
13	辽单 588	4	729.5	550.8	0.76	0.69	15	S
14	登海 605	2	716.6	654.2	0.91	0.95	4	MR
15	拢单 10 号	2	671.3	608.1	0.91	0.91	6	MR

3 讨 论

试验结果显示,干旱胁迫影响玉米品种的植株生长,玉米品种的株高和穗位高降低^[1,12-13]。干旱胁迫条件下15个参试玉米品种的株高和穗位高有不同程度降低,吉祥1号、辽单588、先玉335、拢单10、中种8号玉米品种降幅较小。玉米品种吐丝期的叶绿素含量增减不一,无明显趋势。肖万欣等研究认为较高的叶绿素含量能促进叶片光合产物的合成,有利于较高产量的形成^[14]。

干旱胁迫影响玉米品种的果穗发育,果穗长度变短,秃尖变长,行粒数减少,行数减少比例增大,伴随干旱胁迫程度的加重,这些负面影响越来越明显,严重的可造成绝收^[3,12-13]。参试玉米品种干旱胁迫的穗长和行粒数变化均较小的玉米品种有:吉祥1号、郑单1002、中种8号、吉单50和先玉335。干旱胁迫的秃尖发生比例比对照增加26.7%,干旱胁迫的行数比对照降低5.6%。这与张倩等的研究结果相似^[1]。

干旱胁迫对玉米植株的空秆率、子粒含水率、出子率、百粒重、双穗率等产量性状的影响已有较多报道^[1-2,4]。试验结果显示,干旱胁迫的植株空秆率升高,双穗率降低,子粒含水率下降2%~12.2%,百粒重降低0.3%~11.8%,先玉335、吉单50、伟科702、陕单618、晋单81的变化幅度较小。干旱胁迫对作物的影响最终将体现在收获产量上^[1-3]。试验结果显示,干旱胁迫的郑单1002、先玉335、吉单50、农华101、中种8号和郑单958产量高于其他参试玉米品种。

干旱胁迫下15个玉米品种的ASI受到不同程度影响。其中,先玉335、晋单81干旱胁迫比对照的ASI延长1d,中种8号、郑单958、登海605、拢单10干旱胁迫比对照的ASI延长2d。

抗旱品种的评价和筛选,多用抗旱系数来说明玉米品种的稳产性,干旱胁迫产量和抗旱系数综合在一起评价玉米品种的抗旱性^[15]。抗旱系数反映着玉米品种干旱胁迫与对照产量的差异程度,干旱胁迫产量与对照产量越接近,抗旱系数越接近于1,玉米品种受干旱胁迫的影响越小,玉米产量越稳定。抗旱指数是玉米抗旱筛选中重要的评价指标,抗旱指数不仅能反映参试品种在干旱胁迫下的敏感度及稳产性,是评价品种抗旱性的重要依据^[1]。按照抗旱性的划分标准,15个参试玉米品种郑单1002、吉单50为强抗旱品种,吉

祥1号、陕单618、辽单588为弱抗旱品种,其他玉米品种为中抗旱品种。

4 结 论

抗旱丰产玉米品种的筛选需要综合考虑诸多影响因素,本文运用玉米产量抗旱指数为主要筛选指标,结合ASI、植株生长性状、果穗性状和产量性状指标,对15个参试玉米品种进行综合评价。强抗旱品种有郑单1002、吉单50,中等抗旱品种有先玉335、农华101、中种8号、登海605,干旱胁迫的产量较高,ASI等指标较好,适合吉林省半干旱区种植。

参考文献:

- [1] 张倩,张洪生,刘淑梅,等.不同高产玉米品种抗旱性的比较研究[J].中国农学通报,2012,28(30):125-130.
- [2] 张仁和,马国胜,卜令铎,等.不同基因型玉米品种抗旱性鉴定及综合评价[J].种子,2009,28(10):91-94.
- [3] 浦军,张仁和,张兴华,等.不同基因型玉米品种抗旱性田间鉴定研究[J].西北农业学报,2012,21(5):84-91.
- [4] 张丽华,赵洪祥,谭国波,等.不同玉米杂交种抗旱性比较研究[J].玉米科学,2012,20(3):29-33.
- [5] 邹成林,谭华,黄开建,等.广西玉米品种苗期生理生化指标与其抗旱性的综合评价[J].南方农业学报,2015,46(3):408-414.
- [6] 兰巨生,胡福顺,张景瑞.作物抗旱指数的概念和统计方法[J].华北农学报,1990,5(2):20-25.
- [7] 兰巨生.农作物综合抗旱性评价方法的研究[J].西北农业学报,1998,7(3):92-94.
- [8] 黎裕,王天宇,刘成,等.玉米抗旱品种的筛选指标研究[J].植物遗传资源学报,2004,5(3):210-215.
- [9] 楼辰军,李胜,杨兆顺.玉米抗旱性鉴定方法与鉴定指标的研究与利用现状[J].农业科技通讯,2015(8):37-41.
- [10] 白向历,齐华,刘明,等.玉米抗旱性与生理生化指标关系的研究[J].玉米科学,2007,15(5):79-83.
- [11] 徐蕊,王启柏,王滨,等.玉米品种抗旱性评价体系研究[J].玉米科学,2009,17(2):102-107.
- [12] 杨国航,白琼岩,张春原,等.玉米抗旱品种筛选鉴定研究[J].种子,2009,28(9):86-88.
- [13] 陈岩,苏君伟.几个玉米杂交种的抗旱性鉴定与分析[J].种子科技,2011,29(4):22-25.
- [14] 肖万欣,王延波,赵海岩,等.水分胁迫下玉米杂交种光合抗旱指数与抗旱性评价研究[J].华北农学报,2014,29(增刊):169-175.
- [15] 沈业杰,尹光华,佟娜,等.玉米抗旱相关生理生化指标研究及品种筛选[J].干旱区资源与环境,2012,26(4):176-180.

(责任编辑:范杰英)